

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-271803
 (43)Date of publication of application : 30.09.2004

(51)Int.CI. G02B 6/122
 G02B 6/42

(21)Application number : 2003-061176

(71)Applicant : HITACHI LTD
 HITACHI CHEM CO LTD

(22)Date of filing : 07.03.2003

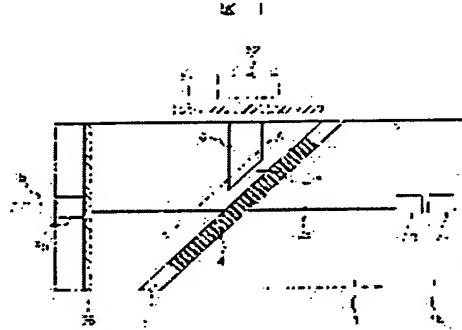
(72)Inventor : TAKAHASHI MAKOTO
 IDO TATSUMI
 SANO HIROHISA
 SHIBATA TOMOAKI

(54) OPTICAL WAVEGUIDE DEVICE AND OPTICAL SYSTEM USING THE DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To manufacture a wavelength multiplexed type optical transmission and reception module, in which excessive loss caused by positional deviation in dicing is less, with high yield.

SOLUTION: A waveguide device is provided with a first waveguide 2e, a filter 4 which is used to reflect light beams from the first waveguide 2e and a second waveguide 6 which is arranged to receive reflected light beams from the filter 4. The typical value or the average value of the diameter or the width or the thickness of the core of the second waveguide 6 is practically set to equal to or greater than twice and equal to or less than twenty times the typical value or the average value of the diameter or the width or the thickness of the core of the first waveguide 2e.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(1) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-271803
(P2004-271803A)

(43) 公開日 平成16年9月30日(2004.9.30)

(51) 国内Cl. ¹	F1	G02B 6/12	A	2 H037
G02B 6/12		G02B 6/42	B	2 H047
G02B 6/42		G02B 6/12		

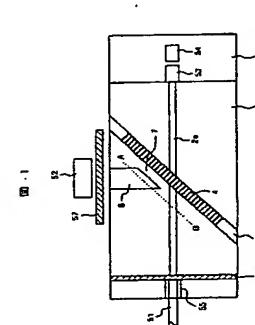
(21) 出願番号	特願2003-61176 (P2003-61176)	(71) 出願人	株式会社日立製作所
(22) 出願日	平成15年3月7日 (2003.3.7)	(72) 営業登録番号	東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(71) 出願人	000004455	(73) 代理人	日立化成工業株式会社
(74) 代理人	100068504	(74) 代理人	東京都新宿区西新宿2丁目1番1号
井原士 小川 肇男		井原士 小川 肇男	
(74) 代理人	100068656	(75) 代理人	并理士 田中 稔助
(72) 営業者	高橋 順	(76) 代理人	東京都千代田区麹町一丁目280番地
			株式会社日立製作所中央研究所内

(54) (発明の名前) 光導波路装置及びそれを用いた光システム

(57) [要約] (修正行)

【課題】ダイシング部にによる過剰損失が少ない波長多重型光送受信モジュールを高歩留まりで作製する。
【解決手段】第一の導波路2aと、第一の導波路2aからの反射光を受光するためのフィルタ4と、第二の導波路6との間に設けられた第二の導波路6とを有する導波路装置において、第二の導波路6のコアの径もしくは幅もしくは厚さの典型的な値を、第一の導波路2aのコアの径もしくは幅もしくは厚さの典型的な値もしくは平均値の実質的に2倍以上20倍以内とする。

【説明図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

透明な材料で形成されたクラッドと、該クラッドよりも高い屈折率を有する透明な材料で形成されたコアとを基板上に有する光導波路装置であって、少なくとも、第一の導波路と、該第一の導波路からの光を反射するためのフィルタもしくは基板端面構造と、前記第一の導波路からの反射光を受光する様に設けられた第二の導波路と、前記第一の導波路のコアの径もしくは幅もしくは厚さの典型的な値もしくは平均値の実質的に2倍以上20倍以内としたことを特徴とする光導波路装置。

【請求項 2】

前記第一の導波路からの反射光を前記第二の導波路を経て光受光素子もしくはマルチモードファイバで受光することを特徴とする請求項1記載の光導波路装置。

【請求項 3】

前記第二の導波路と前記光受光素子もしくはマルチモードファイバとの間に、前記第一の導波路からの反射光の波長以外の波長を有する光を除去するフィルタが設置されていることを特徴とする請求項2記載の光導波路装置。

【請求項 4】

前記第一の導波路及び前記第二の導波路の光軸が前記フィルタの法線となす角θを、いすれも2.5度以下としたことを特徴とする請求項2に記載の光導波路装置。

【請求項 5】

前記第二の導波路の光軸と前記基板の端面の法線とのなす角度φを、5度以上としたことを特徴とする請求項2に記載の光導波路装置。

【請求項 6】

前記第二の導波路と前記光受光素子もしくはマルチモードファイバとの間に、前記第一の導波路からの反射光の波長以外の波長を有する光を除去するフィルタが設置されていることを特徴とする請求項4記載の光導波路装置。

【請求項 7】

前記第二の導波路と前記光受光素子もしくはマルチモードファイバとの間に、前記第一の導波路からの反射光の波長以外の波長を有する光を除去するフィルタが設置されていることを特徴とする請求項5記載の光導波路装置。

【請求項 8】

前記第二の導波路の光軸と前記基板の端面の法線とのなす角度φを、5度以上としたことを特徴とする請求項4に記載の光導波路装置。

【請求項 9】

前記第一の導波路からの反射光を前記第二の導波路を経て光受光素子もしくはマルチモードファイバで受光することを特徴とする請求項8記載の光導波路装置。

【請求項 10】

前記第一の導波路を曲線形状としたことを特徴とする請求項8記載の光導波路装置。

【請求項 11】

前記第一の導波路を曲線形状としたことを特徴とする請求項9記載の光導波路装置。

【請求項 12】

前記第一の導波路の曲率半径を8mm以下としたことを特徴とする請求項10記載の光導波路装置。

【請求項 13】

前記第一の導波路の曲率半径を8mm以下としたことを特徴とする請求項11記載の光導波路装置。

【請求項 14】

前記第一の導波路のコアとクラッドの屈折率差△を0.6%以上としたことを特徴とする請求項12記載の光導波路装置。

【請求項 15】

前記第一の導波路のコアとクラッドの屈折率差△を0、6%以上としたことを特徴とする
前記項1 3記載の光導波路装置。

【請求項1 6】
前記第二の導波路を曲線形状にしたことを特徴とする請求項1 5記載の光導波路装置。

【請求項1 7】
前記第一の導波路が、経路全體に渡つてシングルモードであり、前記第二の導波路の一部がマルチモードであることを特徴とする請求項6記載の光導波路装置。

【請求項1 8】
前記第一の導波路もしくは前記第二の導波路のコアの径もしくは幅もしくは厚さが、前記フィルタもしくはミラー構造の設置位置もしくは端面構造に向向する端面から離れた経路内において、テーパ状もしくは階段状もしくはその他の形状で変調させていることを特徴とする請求項1 7記載の光導波路装置。

【請求項1 9】
請求項6記載の光導波路装置を備えたことを特徴とするシングルモードファイバ通信が可能な光システム。

【請求項2 0】
請求項6記載の光導波路装置を備えたことを特徴とするマルチモードファイバ通信が可能な光システム。

【発明の詳細な説明】
【0 0 0 1】
【発明の属する技術分野】

本発明は、波長多重通信用光送受信モジュールおよび平面光回路（PLC：planar lightwave circuit）及びそれを用いた光システムに関する。

【0 0 0 2】
【従来の技術】

光ファイバを用いた波長多重通信は、大量な情報をおよび高速に伝送するための重要な技術である。近年、波長多重通信に用いられる送受信光モジュールをPLCにより構成して、小型・低コスト化を図る試みが活発にならっている。

【0 0 0 3】

図1 8に、従来知られているPLC型光モジュールの概念図を示す。図は、導波路基板表面に平行な方向の断面図である。この様な光モジュールは、例えば非特許文献1に記されている。本モジュールでは、シングルモードファイバ5 1を通して伝送してきた波長λ1の光信号が、クラッド1内に形成されたシングルモード導波路2 aに入射される。波長λ1の光は、ダイシング波3内に形成された波長選択フィルタ4を透過し、シングルモード導波路2 bを通して、導波路と同一基板上に形成された素子搭載部5 a上に搭載されたフォトダイテクタ5 2に受信される。また、導波路と同一基板上に形成された素子搭載部5 b上に搭載された半導体レーザ5 3からは、波長λ1の光信号がシングルモード導波路2 cに入射される。この波長λ1の光は波長選択フィルタ4に入射され、外部に送信される。この様に本モジュール構成によれば、波長λ1およびλ2の光を用いた波長多重送受信が可能となる。尚、フォトダイテクタ5 4は、半導体レーザ5 3の光出力をモニターするためのものである。

【0 0 0 4】

図1 9に、従来知られている他のPLC型光モジュールの概念図を示す。図は、導波路基板表面に平行な方向の断面図である。この様な光モジュールは、例えば非特許文献2に記されている。本モジュールでは、シングルモードファイバ5 1を通して伝送してきた波長λ1の光信号が、クラッド1内に形成されたシングルモード導波路2 aに入射する。波長λ1の光は、基板端面に接着固定された波長選択フィルタ4を透過し、フォトダイテクタ5 2に受信される。また、後で説明する図1 6のモジュールと同様に、半導体レーザ5 3から波長λ2の光信号が送信される。この様に本構成によつても波長多重による送受信

が可能となる。

【0 0 0 5】

図2 0に、従来知られている他のPLC型光モジュールの概念図を示す。図は、導波路基板表面に垂直な方向の断面図である。この様な光モジュールは、例えば非特許文献2や、特許文献1に記されている。本モジュールでは、シングルモードファイバ5 1を通して伝送してきた波長λ1の光信号が、基板4 1上に形成されたシングルモード導波路2 dに入射する。ここで、シングルモード導波路2 dは、下側クラッド1 aおよび上側クラッド1 bとの間に形成されている。また、導波路には波長選択フィルタ4が基板4 1表面に対して斜めに挿入されている。ここで波長選択フィルタ4の波長特性は、前記二つの情形例とは逆にしてある。すなわち、本モジュールには、受信用波長λ1の光を反射し、送信用波長λ2を透過する波長選択フィルタ4が用いられている。このため、シングルモード導波路2 dに入射した波長λ1の光は波長選択フィルタ4により反射され、導波路表面に設置されたフォトダイテクタ5 2に受信される。また、半導体レーザ5 3からは、波長λ2の光信号がシングルモード導波路2 dに入射される。波長λ2の光は波長選択フィルタ4を透過し、シングルモード導波路2 dを通してシングルモードファイバ5 1に入射され、外縁に送信される。この様に本構成によつても波長多重による送受信が可能となる。

【0 0 0 6】

また、特許文献2には、光学フィルタ付光導波路を用いた光合分波器において光学フィルの設置位置ずれのトランクを増加させるために、光合分波部をマルチモード干涉型導波路とし、入射側光導波路と反射側光導波路がマルチモード干涉型導波路との結合部において所定の間隔を有する構造としたものが開示されている。

【0 0 0 7】

【非特許文献1】
European Conference on Optical Communication p. 6 29 (1998)
【非特許文献2】
European Conference on Optical Communication p. 3 12 (1999)
【特許文献1】
特開2000-249874号公報
【特許文献2】
特開2002-6155号公報
【0 0 0 8】
【発明が解決しようとする課題】

以上の様に、上記從来モジュールを用いれば、いずれの構成においても波長多重送受信が可能となる。しかし、上記從来例を実用に供する際には、以下の様な問題が生じ易い。
【0 0 0 9】
例えば図1 8の従来例では、フォトダイテクタ5 2と半導体レーザ5 3が同一基板上に搭載されているために、両者の間の電気的および光の絶縁が弱く、クロストークが問題となる。すなわち、半導体レーザ5 3を変調する電気信号が基板を介してフォトダイテクタ5 2に影響を与えると、また半導体レーザ5 3からの光をシングルモード導波路2 cに入射する際に漏れた光が波長選択フィルタ4の下側を通してフォトダイテクタ5 2に影響を及ぼすことがある。また、本構成には、波長選択フィルタ4の位置すれによって反射光の経路に過剰反射損失が生じる。また、本構成には、波長選択フィルタ5 2に反射された光とその光が入射される導波路との間に軸すべりが生じてしまうからである。すなわち、シングルモード導波路2 cとシングルモード導波路2 aとの間に軸すべりが生じてしまうからである。波長選択フィルタ4の位置はダイシング波3によつて決められるので、ダイシングの位置決め精度を上げなければ過剰損失を抑えることができる。しかし、この場合は工程が複雑になり、作製コストの上昇を招いてしまう。尚、フィルタを透過する光については、フィルタの位置ずれがあつても経路の軸すべりが生じる事はないので、デザイン

グ精度は問題にならない。

[0010]

図19の従来例では、オトディテクタ5・2は半導体レーザ5・3とは異なる基板上に設置されおり、更に波長選択フィルタ4は基板端面全体を覆っているため、クロストークの問題は電気とともに少ない。しかし、フィルタの位置ずれにより反射光の経路に反射抑制が生じ易い事は、前述の図18の構成と同様である。

[0011]

図20の従来例では、波長選択フィルタ4を導波路表面に対して斜めに挿入しなければならず、波長選択フィルタ4を挿入するためのダイシングも斜めに行なわなければならぬ。しかし、裏面に対して斜めにダイシングする工程は、垂直ダイシングする工程に比べ複雑であり、裏装コストの上昇を招き易い。また、本構成は、要素部品の配置上、シングルモード導波路2dから漏れた半導体レーザ5・3からの迷惑光は、フォトディテクタ5・2に入り易く、光のクロストークが問題となる。このクロストークを防止するためには、波長選択フィルタ4とオトディテクタ5・2との間に、波長λ2の送信光をカットするフィルタを設置する必要がある。しかし、導波路表面上に、波長選択フィルタ、送信光カットフィルタおよびフォトディテクタを逆説して配置するためには複雑な実装プロセスが必要となり、モジュールのコスト上升を招いてしまう。このため、前述の非特許文献2に開示されている例では、オトディテクタ5・2に波長λ2の送信光を吸収する半導体層を設けた素子を用いて、実装の簡素化を図っている。しかし、この様な素子は特に入手が困難であるため、光送受信モジュールを汎用品として安価に大量生産する際には障害となる。また、半導体の吸収波長は温度によって変化するので、本素子を用いた場合、受信特性が温度変化によって劣化し易くなる。

[0012]

さらに、前述特許文献2に記載の従来例では、フィルタを挿入するマルチモード導波路が長いためモード密度が大きくなる。また、フィルタからの反射光がシングルモード内に戻り易いと考えられる。

[0013]

以上の点に、上述の従来技術をもつてしても、良好な特性の光モジュールを安価に製造するのは困難であった。そこで、本発明は本課題を解決することである。

[0014]

すなわち、本発明の目的は、作製トレランスが広くかつ特性の良好な光モジュールの構造及びそれを用いた光システムを提供することである。

[0015]

本発明の他の目的は、ダイシングトレランスの特性を損なうことなく小型化できる光モジュールの構造及びそれを用いた光システムを提供することである。

[0016]

【課題を解決するための手段】

フィルタの位置ずれトレランスを拡大するために、本発明のモジュールはフィルタからの反射光を導く導波路のコアを、他の経路の導波路よりも実質的に2倍以上で20倍以内の大きさとする。

[0017]

本発明の1つの特徴によれば、透明な材料で形成されたクリアードと、該クリアードよりも高い屈折率を有する透明な材料で形成されたコアとを基板上に有する光導波路装置であって、少なくとも第一の導波路と、該第一の導波路から光を反射するためのフィルタもしくはミラー構造もしくは基板端面構造と、前記第一の導波路からの反射光を受光する様に設けられた第二の導波路を有し、前記第二の導波路のコアの径もしくは幅もしくは厚の実質値もしくは平均値が、前記第一の導波路のコアの径もしくは幅もしくは厚の実質値もしくは平均値の実質的に2倍以上20倍以内の範囲にある。

[0018]

このように、反射光を導く側の導波路のコアを他の導波路のコアよりも実質的に2倍以上

大きくしておけば、フィルタからの反射光がコアに入射され易くなるので、波長選択フィルタの位置がずれて経路に軸ずれが生じても、過剰損失の生ずる事ができる。例えば、コア幅を広げれば、基板表面に水平な方向のフィルタ位置ずれレンズを拡大する事ができ、コアを厚くすれば垂直方向のフィルタ位置ずれレンズを拡大できる。勿論、コアの幅および厚の両方が大きい導波路を用いても良いことは言うまでも無い。

[0019]

なお、第二の導波路のコアの径もしくは厚の典型値もしくは厚の平均値は、この第二の導波路を経て第一の導波路からの反射光を受光する光受光素子もしくはマルチモードファイバの受光面の径以下でないと、漏れを生ずる。そのため、第二の導波路のコアの径もしくは幅もしくは厚の典型値もしくは平均値は、反射光を受光する光受光素子もしくはマルチモードファイバの受光面の径以下でとするのが良い。このようない観点から、实用上、第二の導波路のコアの径もしくは幅もしくは厚の典型値もしくは平均値は、第一の導波路のコアの径もしくは幅もしくは厚の典型値もしくは平均値の20倍以内の範囲とするのが良い。

[0020]

本発明の他の特徴は、上記光導波路装置を備えたシングルモードファイバ通信またはマルチモードファイバ通信が可能な光システムにある。

[0021]

ここで、本発明のモジュールをシングルモードファイバ通信用の光システムに適用する場合は、波長選択フィルタにより受信光を反射し送信光を透過する方の構成にし、フィルタからの反射光を導く導波路以外の導波路をシングルモード導波路にする。そして、フィルタからの反射光を導く導波路のコアを他の導波路より大きくすれば良い。本構成によれば、送信光はシングルモード導波路のみを通るので、シングルモードファイバ通信の必要条件を満たす光はシングルモード性を維持しており、シングルモードファイバ通信の必要条件を満たす。

[0022]

また、マルチモードファイバ通信用の光システムには、送信光もマルチモードビームなども良いので、波長選択フィルタにより受信光を反射し送信光を透過する方の型でも良い。更に全ての導波路をマルチモード導波路としても構わない。

[0023]

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の第一の実施例になる光導波路装置を有する波長多重光送受信モジュールの平面を示す図である。本実施例のモジュールは基板(クラッド)1に設けられた直線状のシングルモード導波路(第一の導波路)2eと、ダイシング溝3の近傍で第一の導波路2eから分岐したマルチモード導波路(第二の導波路)6を有する。第一の導波路2eと第二の導波路6との間に作製時の気泡発生を防止するための隙間7が設けてある。ダイシング溝3内には波長選択フィルタ4が設置されている。

[0024]

図1は、本発明の第一の実施例になる光導波路装置を有する波長多重光送受信モジュールの断面を示す図である。本実施例のモジュールは導波路5bと、導波路5aから、波長λ2の光が第一の導波路2eにより導波される。この波長λ2の光は波長選択フィルタ4を透過し、外部に送信される。

[0025]

ここで、フォトディオード5aは、半導体レーザ5・3の光出力をモニターするためのものであり、シングルモードファイバ5・1とダイシング溝5・6によって位置決め固定される。また、本モジュールには、シングルモードファイバ5・1から波長λ1の光信号が第一の導波路2eに入射される。この光は波長選択フィルタ4により反射されて、第二の導波路6を経て導波路基板の端面に達し外部に放射される。導波路6は、別の基板上に設置されたフォトダイオードタ5・2で受信される。なお、フォトダイオードは、他の光受光素子であっても良い。同様に、以下の説明におけるフォトダイオード

をフォトダイオードのような他の光受光素子に置き換えてもよいことは言うまでもない。

【0026】

本実施例の波長多重型光送受信モジュールでは、フィルタからの反射光を導く第二の導波路6のコアを、第一の導波路2eのコアよりも実質的に2倍以上大きくする。たとえば、第一の導波路2e及び第二の導波路6のコアの断面形状がいずれも矩形でかつ厚が同じ場合、第二の導波路6のコアの幅の典型的値もしくは平均値は、第一の導波路2eのコアの幅の典型的値もしくは平均値の2倍以上である。同様に、断面形状がいずれも矩形でかつ厚が同じ場合、第二の導波路6のコアの厚の典型的値もしくは平均値は、第一の導波路2eのコアの厚の典型的値もしくは平均値の2倍以上である。また、導波路のコアの断面形状が円または梢円の場合、第二の導波路6のコア径の典型的値もしくは平均値が第一の導波路2eのコア径の典型的値もしくは平均値の2倍以上である。

【0027】

なお、第二の導波路6のコアの径もしくは幅もしくは厚の典型的値もしくは平均値は、この第二の導波路6を経て第一の導波路2eから反射光を受光する光受光素子もしくはマルチモードファイバの受光面の径以下ないと、漏れを生ずる。そのため、第二の導波路6のコアの径もしくは幅もしくは厚の典型的値もしくは階段状もしくはその他の形状で歪調され得るため等の目的のために、テーパー状もしくは階段状もしくはその他の形状で歪調され得ている。例えば、波長1.3μmの光入力信号に波長1.5μmのノイズ信号が含まれるととき、このノイズ信号を除去するために導波路の形状を一部変調しても良い。

【0028】

第一の導波路2eや第二の導波路6のコアは、経路の途中において、不要な波長の光をカットするため等の目的のために、テーパー状もしくは階段状もしくはその他の形状で歪調され得る。そのためのカットフィルタ57により、光のクロストークについても対策を施してある。ここで、カットフィルタ57は光をカットするだけの目的で設けられているので、導波路基板とフォトダイオード52との間に取りさえすれば良く、図19の従来例の波長選択フィルタ4に要求される様な、位置精度は必要無い。

【0029】

更に、本実施例では、導波路基板とフォトダイオード52との間には送信光をカットするためのカットフィルタ57により、光のクロストークについても対策を施してある。ここで、カットフィルタ57は光をカットするだけの目的で設けられているので、導波路基板とフォトダイオード52との間に取りさえすれば良く、図19の従来例の波長選択フィルタ4に要求される様な、位置精度は必要無い。

【0030】

更に、カットフィルタ57の構成は通常の光素子の構成と同様に導波路基板と別の基板上に、カットフィルタ57によって、導波路基板との接続の様な、複雑な接続プロセスは必要無い。

【0031】

図2の曲線10-2に、本素子におけるダイシング部3の位置ずれと波長選択フィルタ4からの反射光の経路における損失との関係について、2次元BPM法により計算した結果を示す。ここで、ダイシング部位置は原点を第一の導波路2eと第二の導波路6の中心軸が交わる位置とし、フィルタ表面に垂直な方向にずれるとし、原点より第二の導波路6側を正とした。また、コアとクラッドの屈折率差Δは0.4%、第一の導波路2eの幅は6.5μm、第二の導波路6の幅は30μmとし、また、ダイシング部4と第二の導波路6との間の隙間7は8μmと仮定した。

【0032】

この例における第二の導波路6のコアの大きさは、第一の導波路2eのコアの大きさの4

倍である。

【0033】

この構成における反射光の損失は、フォトダイオード52の受けける光強度の損失となる。フォトダイオード52には、第二の導波路6内の光だけで無く、周囲の光も自由伝播により到達する。そこで、損失は、反射光が第二の導波路6を1000μm伝搬した後に、第二の導波路6の中心から左右2.5μm以内に存在する光全体の強度より求めた。

【0034】

ここで、曲線10-2において、ダイシング部位置の無い時に最も損失があるのは、隙間7があるからである。図の曲線10-1は、図18の従来例におけるダイシング部位置ずれと損失との関係を示す。図18の構成では、反射光の経路における損失は、シングルモードファイバとの結合効率である。計算では、コアとクラッドの屈折率差Δを0.4%、第一の導波路2cおよび2aの幅を6.5μmとしてシングルモードファイバとの結合効率を計算した。尚、本計算では、光の波長は1.31μmとし、ダイシング部と導波路との間に隙間は無いと仮定した。

【0035】

ここで、曲線10-2において、ダイシング部位置の無い時に最も損失があるのは、隙間7があるからである。図の曲線10-1は、図18の従来例における損失は、シングルモードファイバとの結合効率である。計算では、コアとクラッドの屈折率差Δを0.4%、第一の導波路2cおよび2aの幅を6.5μmとしてシングルモードファイバとの結合効率を計算した。尚、本計算では、光の波長は1.31μmとし、ダイシング部と導波路との間に隙間は無いと仮定した。

【0036】

ここで、損失の0.2dB増加に対するダイシング部位置ずれトレーランスは図19の従来例の損失では約±2μmであるに対し、図1に示した本発明の実施例の場合には1.0μm程度まで拡大されている事が分かる。一般に、量産時のダイシング精度は約±5μm程度であるので、コアの大きさが実質的に2倍以上20倍以内の範囲の構成であれば、高歩留まりでの量産が十分可能な事が分かる。

【0037】

図3に、図1のモジュールの作製法を示す。ここでは、導波路をポリマ材料で形成する場合を例に取って説明する。また、図3は、図1におけるA-Bでの断面図である。まず、S1-O2膜20-2付きS1基板20-1に下側ポリマクラッド層1aおよびボリマコア層2-3をスピンドルコートにより形成した後、導波路6のコアが導波路2eのコアよりも実質的に2倍以上20倍以内の大きさの関係になるようにして、第一の導波路2eおよび第二の導波路6を公知の方法によりエッチングにより形成する。そして、上側ポリマクラッド層1bをスピンドルコートにより形成し、その後ダイシングにより溝を形成しフィルタを挿入し、光素子を搭載すればモジュールは作製できる。

【0038】

図4に本発明の第二の実施例を示す。本実施例の波長多重型光送受信モジュールでも、フィルタからの反射光を導く導波路6のコアは、導波路2eのコアよりも実質的に2倍以上大きく、20倍以内の大きさである。本実施例では、導波路層とフィルタとの間の屈折率差による光の屈折に対応させて、第一の導波路2eの前後で段差を持たせても良い。本構成によれば、フィルタでの光の屈折による透過方向の損失を低減することができる。

【0039】

図5に本発明の第三の実施例を示す。本モジュールの波長多重型光送受信モジュールでも、導波路6のコアは、導波路2eのコアよりも実質的に2倍以上大きく、20倍以内の大きさである。導波路作製時の気泡発生が抑えられる場合や、気泡が発生してもその影響が問題無い場合には、本実施例の様に第一の導波路2eと第二の導波路6との間に隙間を設けておくことが出来る。

【0040】

図6に本発明の第四の実施例を示す。本モジュールでも、フィルタからの反射光を導く導波路6のコアは、導波路2eのコアよりも実質的に2倍以上大きく、20倍以内の大きさである。本実施例では、第二の導波路6の光軸と基板端面の法線とのなす角度を必ずしも零としなくて良い。例えばそれを8ないしは10度程度にすれば、フォトディオード52の受信光強度を損なうこと無く、フォトダイオード52から第二の導波路6への反射光を低減することができる。

【0041】

図7に本発明の第五の実施例を示す。本実施例のモジュールでも、フィルタから反射光を導く第二の導波路6のコアは、第一の導波路2eのコアよりも実質的に2倍以上大きく、2.0倍以内の大きさである。本実施例では、フォトディテクタ5と半導体レーザ5との間にクロストークを抑えられるか、クロストークがある場合に問題無い場合には、フォトディテクタ5と半導体レーザ5と同一の基板上に形成しても良い。この場合、例えば、ダイシング構58を用いてカットフィルタ57を設置しても良い。

[0042]

図8に本発明の第六の実施例を示す。本実施例のモジュールでも、フィルタからの反射光を導く第二の導波路6のコアよりも実質的に2倍以上大きく、2.0倍以内の大きさである。本実施例では、他の実施例における光素子の代わりに光ファイバを用いている。例えば、図7の構成の光モジュールにおいて、半導体レーザ5の代わりにV光6.3およびダイシング構6.2で位置決め固定したシングルモードファイバ64を、フォトディテクタ5と半導体レーザ5と同一の基板上に形成しても良い。この場合、例えれば、ダイシング構58を用いてカットフィルタ57を設置しても良い。

[0043]

図9に本発明の第七の実施例を示す。本実施例のモジュールでも、フィルタからの反射光を導く第二の導波路6のコアよりも実質的に2倍以上大きく、2.0倍以内の大きさである。本実施例のモジュールでは、光素子および光ファイバを導波路基板とは全て別体としている。

[0044]

図10に本発明の第八の実施例を示す。本実施例では、第一の導波路2eを曲線形状にしても良い。これにより、第一の導波路2eおよび第二の導波路6の光軸が波長選択フィルタ4の法線となる角 θ を各々任意に設定することができる。一般に波長選択フィルタの波長特性は θ により保存するため、本構成により第一の導波路2eおよび第二の導波路6のいずれの光軸に対しても θ を2.5度以下、望ましくは θ を4.5度とした場合、フィルタ面では最も適切なフィルタ特性を得る事ができる。また、 θ を小さくした場合、フィルタ面が小さくなる。このため、損失に対するダイシング位置をトレランスも向上する。

[0045]

図11の曲線10.3に、図10の構成により θ を8度とした場合の、フィルタ面に垂直な方向のダイシング位置ずれと損失との関係の計算結果を示す。ここで、パラメータおよび計算法は図2と同様にした。図には、 θ を4.5度とした図1の構成の計算結果を曲線1.0と示した。図より、 θ を小さくすることでダイシングトレランスが更に向上去ることが分かる。

[0046]

図12に本発明の第九の実施例を示す。本実施例では、図10の構成において第一の導波路2eに加えて第二の導波路6をも曲線形状にして良い。一般に導波路には、損失を生じること無く曲げられる曲率半径の下限が存在する。このため、第二の導波路6をも曲げる事で、本発明では、上記屈折率差 Δ を小型に出来る。損失を生じること無く導波路を曲げられる曲率半径の下限は、導波路2eのコアとクリアードの屈折率差 Δ が低いほど大きくなる。例えば、上記屈折率差 Δ を従来の一般的な石英導波路の0.4%から0.8%に高めることにより、上記曲率半径の下限を1.5mmから5mm程度にまで低減できる。

そこで、本発明では、上記屈折率差 Δ を上記よりも高くすることが望ましい。例えば、上記屈折率差 Δ を0.6%ないしは1.5%程度にすれば、ダイシングトレランス等の特性を損なうことなくモジュールを小型に出来る。

[0048]

図13に本発明の第十の実施例を示す。本実施例は、フィルタ表面が基板端面と水平にな

る様な構成にしても良い。本構成によれば、基板端面とフィルタ4のダイシングが水平になるので、ダイシング工程が簡易になる。

[0049]

図14に本発明の第十一の実施例を示す。本実施例では、フォトディテクタ5とシングルモードファイバを基板の同一端面上に配置している。

[0050]

図15に本発明の第十二の実施例を示す。本実施例では、図13の構成において第二の導波路6も曲線形状としている。

[0051]

図16に本発明の第十三の実施例を示す。本実施例では、フォトディテクタ5とシングルモードファイバを基板の相対する端面上に配置している。

[0052]

図17に本発明の第十四の実施例を示す。本実施例では、波長選択フィルタ4を基板端面に接した構造としている。

[0053]

本発明の実施例において、第一の導波路は経路全体に渡ってシングルモードとする。また、第二の導波路は、経路全体に渡ってマルチモードとしても良く、あるいは一部をマルチモードとし、残りをシングルモードとしても良い。

[0054]

以上述べた本発明の各実施例のモジュールによれば、特性の良好な波長多重型光送受信モジュールが得られる。

[0055]

これらのモジュールをシングルモードファイバ通信用の光システムに適用する場合は、波長選択フィルタにより受信光を反射し送信光を透過する方の構成にし、フィルタからの反射光を導く導波路以外の導波路に於ける導波路をシングルモード導波路にする。そして、フィルタからの反射光を導く導波路のコアを他の導波路より大きくすれば良い。この時、一般にフィルタからの反射光を導く導波路はマルチモード導波路となる。しかし、特殊な場合として、反射光を導く導波路以外の導波路が高次モードのカットオフ条件に比べて十分に小さいコアを有している場合には、反射光を導く導波路がシングルモードとなつても本発明の効果は得られる。本構成によれば、送信光はシングルモード導波路のみを通るので、シングルモードファイバに入射される光はシングルモード性を維持しており、シングルモードファイバ通信の必要条件を満たす。ここで、フォトディテクタ5と入射される光はマルチモードとなるが、受信特性はフォトディテクタ5と入射される光強度の総量のみに依存してモード形状には依存しないので、問題は生じない。

[0056]

また、本発明のモジュールをマルチモードファイバ通信用の光システムに適用する場合には、送信光もマルチモードとなつても良いので、波長選択フィルタの波長特性はいずれの型でも良く、更に全ての導波路をマルチモード導波路としても構わない。

[0057]

本発明は、基板、導波路およびその他の構成要素の材料に問わらず有効であり、上記実施例で説明した場合に制限されない。例えば、従来の石英系の材料に代えて、ポリマー材料でも良い。また、基板の形状も上記実施例で説明した矩形の場合に制限されない。また、導波路、端面、光素子、光ファイバおよびフィルタの位置関係も上記実施例で説明した場合に制限されない。また、導波路形状も上記実施例で説明された場合に制限されず、フィルタや光素子の近傍、およびその他の部位において他の形状に変形しても良い。

[0058]

【発明の効果】

本発明によれば、特性の良好な波長多重型光送受信モジュールを逐步留まりで量産できる。また、ダイシングトレランスの特性を損なうことなく小型化できる波長多重型光送受信モジュールを提供することができます。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による第一の実施例になる波長多重型光送受信モジュールの略平面図である。

【図2】本発明による第一の実施例の作製方法を示す図であり、図1のA-B断面図である。

【図3】本発明による第一の実施例の効果を示す図。

【図4】本発明による第二の実施例になるモジュールを示す図。

【図5】本発明による第三の実施例になるモジュールを示す図。

【図6】本発明による第四の実施例になるモジュールを示す図。

【図7】本発明による第五の実施例になるモジュールを示す図。

【図8】本発明による第六の実施例になるモジュールを示す図。

【図9】本発明による第七の実施例になるモジュールを示す図。

【図10】本発明による第八の実施例になるモジュールを示す図。

【図11】本発明による第九の実施例の効果を示す図。

【図12】本発明による第十の実施例になるモジュールを示す図。

【図13】本発明による第十一の実施例になるモジュールを示す図。

【図14】本発明による第十二の実施例になるモジュールを示す図。

【図15】本発明による第十三の実施例になるモジュールを示す図。

【図16】本発明による第十四の実施例を示す図。

【図17】本発明による第十五の実施例を示す図。

【図18】従来例のモジュールを示す図。

【図19】従来例のモジュールを示す図。

【図20】従来例のモジュールを示す図。

【符号の説明】

1 (1a、1b) … クラッド、2 (2a、2b、2c、2d、2e) … 第一の導波路、3 … ダイシング溝、4 … 波長選択フィルタ、5 (5a、5b) … 素子搭載部、5 1 … シングルモードファイバ、5 2 … フォトディテクタ、5 3 … 半導体レーザ、5 4 … フォトディテクタ、5 5 … フォトディテクタ、5 6 … ダイシング溝、5 7 … カットフィルタ、5 8 … ダイシング溝、5 9 … ダイシング溝、6 0 … V溝、6 1 … マルチモードファイバ、6 2 … ダイシング溝、6 3 … V溝、6 4 … シングルモードファイバ、1 0 1 … 従来例のダイシング位置、1 0 2 … 本発明の第一の実施例のダイシング位置、1 0 3 … 本発明の第二の実施例のダイシング位置、2 0 1 … S i 基板、2 0 2 … S i O 2 膜、2 0 3 … コア層

【図1】

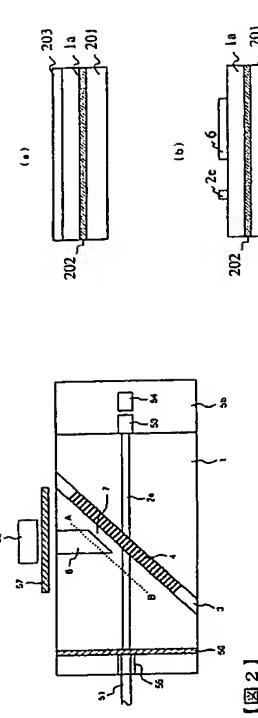
【図2】

【図3】

図3

図3

図3



【図2】

図2

図2



【図3】

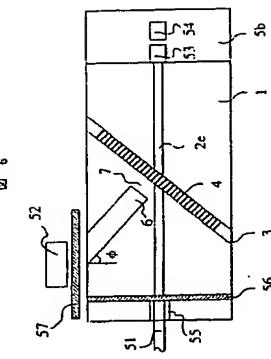
図3

図3

【図4】

図4

図4



【図5】

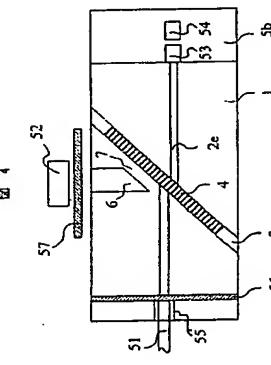
図5

図5

【図6】

図6

図6



【図6】

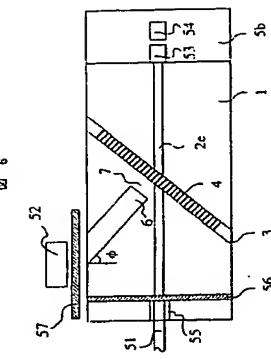
図6

図6

【図7】

図7

図7



【図7】

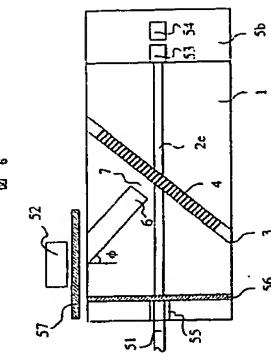
図7

図7

【図8】

図8

図8



【図8】

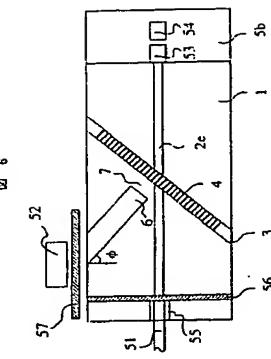
図8

図8

【図9】

図9

図9



【図9】

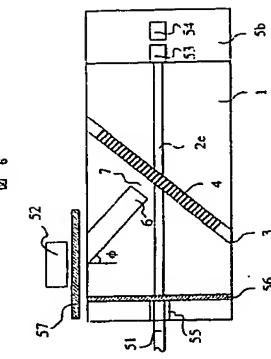
図9

図9

【図10】

図10

図10



【図10】

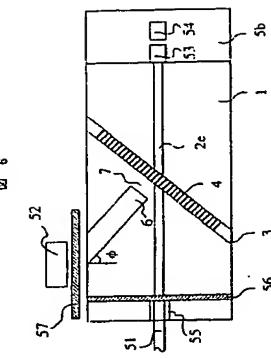
図10

図10

【図11】

図11

図11



【図11】

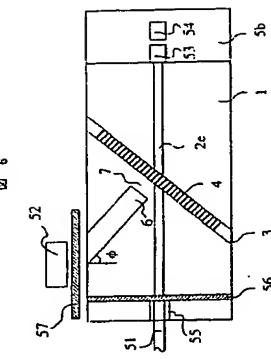
図11

図11

【図12】

図12

図12



【図12】

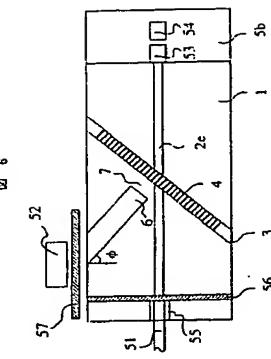
図12

図12

【図13】

図13

図13



【図13】

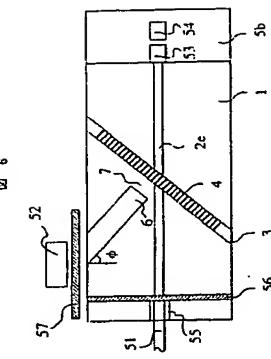
図13

図13

【図14】

図14

図14



【図14】

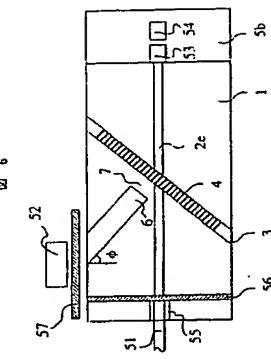
図14

図14

【図15】

図15

図15



【図15】

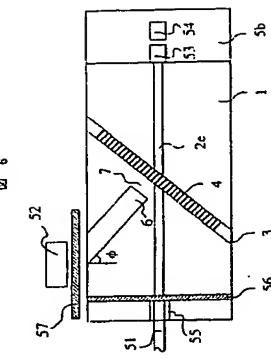
図15

図15

【図16】

図16

図16



【図16】

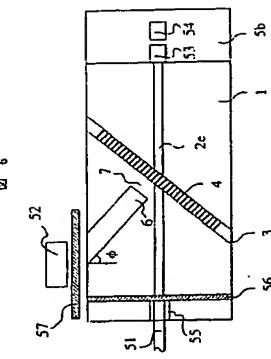
図16

図16

【図17】

図17

図17



【図17】

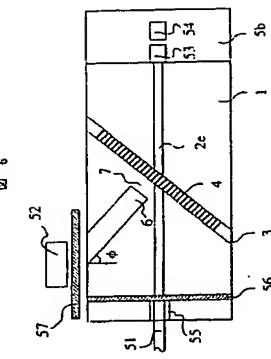
図17

図17

【図18】

図18

図18



【図18】

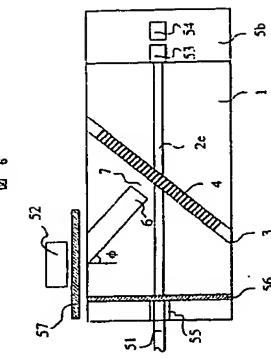
図18

図18

【図19】

図19

図19



【図19】

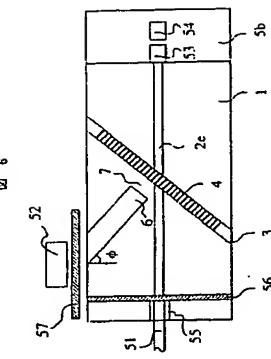
図19

図19

【図20】

図20

図20



【図20】

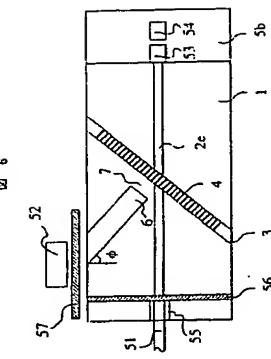
図20

図20

【図21】

図21

図21



【図21】

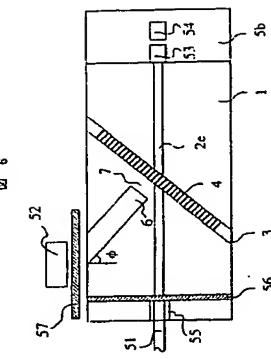
図21

図21

【図22】

図22

図22



【図22】

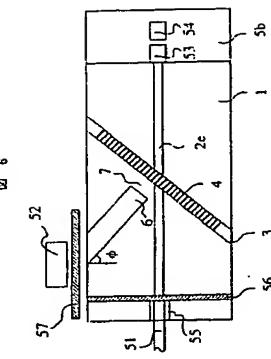
図22

図22

【図23】

図23

図23



【図23】

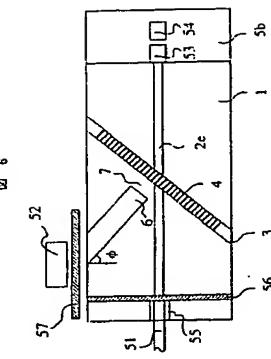
図23

図23

【図24】

図24

図24



【図24】

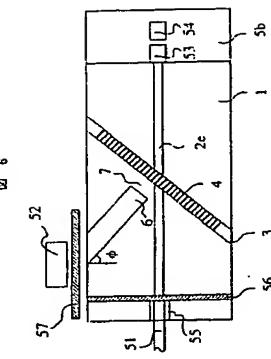
図24

図24

【図25】

図25

図25



【図25】

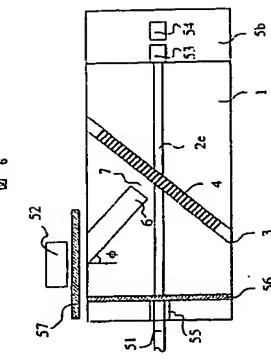
図25

図25

【図26】

図26

図26



【図26】

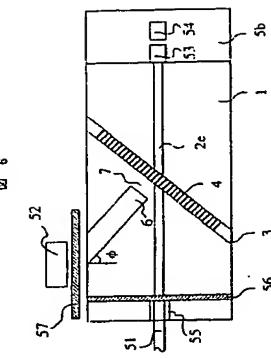
図26

図26

【図27】

図27

図27



【図27】

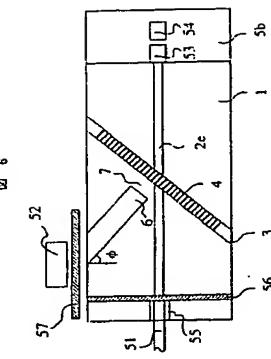
図27

図27

【図28】

図28

図28



【図28】

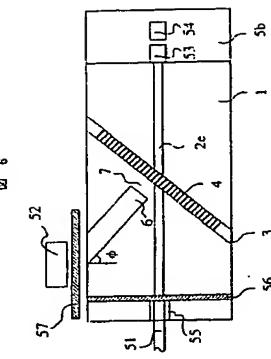
図28

図28

【図29】

図29

図29



【図29】

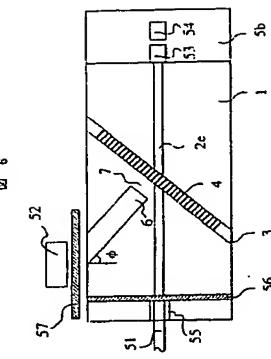
図29

図29

【図30】

図30

図30



【図30】

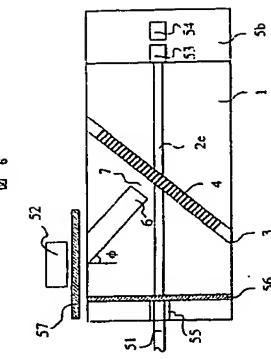
図30

図30

【図31】

図31

図31



【図31】

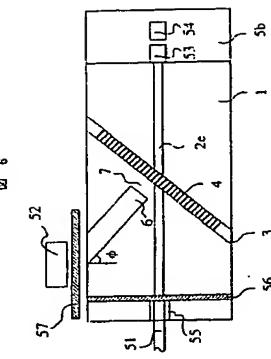
図31

図31

【図32】

図32

図32



【図32】

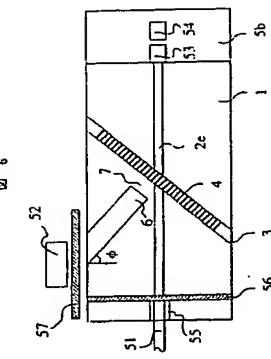
図32

図32

【図33】

図33

図33



【図33】

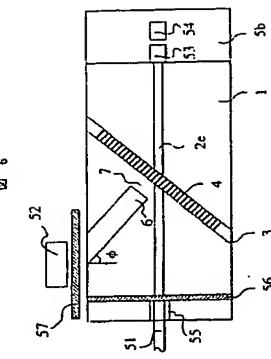
図33

図33

【図34】

図34

図34



【図34】

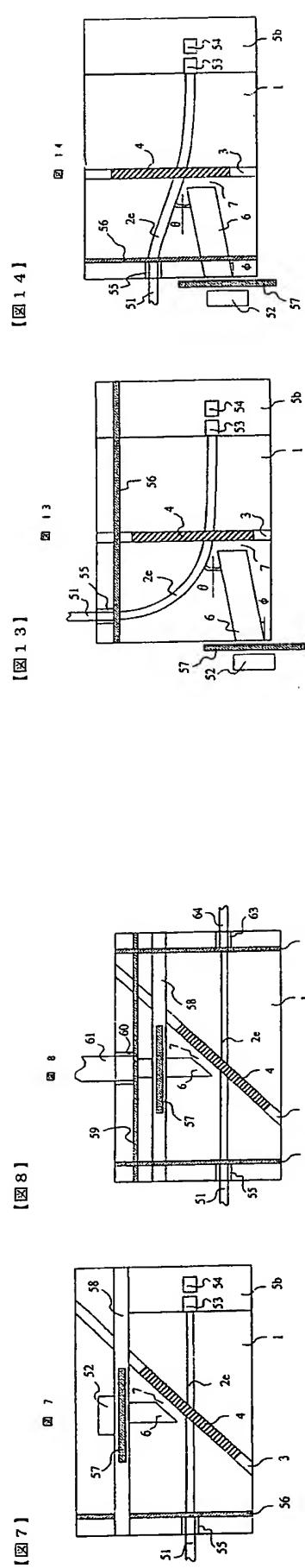
図34

図34

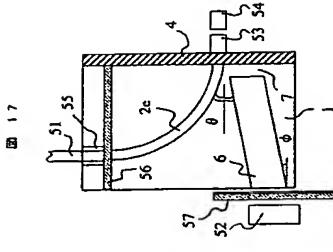
【図35】

図35

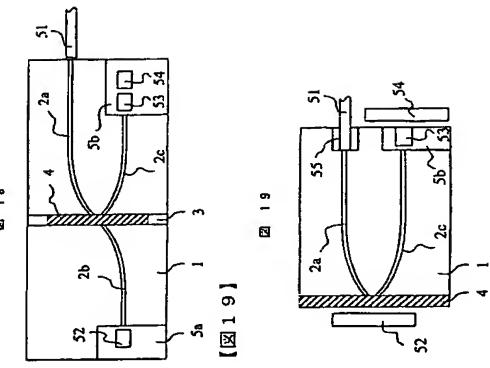
図35



1



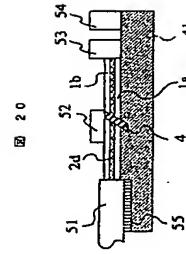
181



110

(72)発明者 井戸 立身	東京都分譲市某恋ヶ倉一丁目280番地	株式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者 佐野 博久	東京都分譲市某恋ヶ倉一丁目280番地	株式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者 柴田 智章	東京都新宿区西新宿二丁目1番1号	日立成工業株式会社内
(72)発明者 Fターム(参考)	B03/07 A01 B002 B411 B412 C002 C041 CA37 Da12	
(72)発明者 山口 駿	200407 K004 K012 KA13 K100 L018 M005 W007	

四〇一



20

BEST AVAILABLE COPY